

Láser de baja potencia en Ortodoncia

Low-level laser in orthodontics

Soledad Cavagnola Zúñiga,^I Alain M. Chaple Gil,^{II} Eduardo Fernández Godoy^I

^I Departamento de Odontología Restauradora. Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

^{II} Centro Internacional de Salud "La Pradera". Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Cuba.

RESUMEN

Introducción: durante los últimos años la Ortodoncia demanda tratamientos más cortos. La duración del tratamiento depende del diagnóstico, complejidad del caso, plan de tratamiento, aparatología, experiencia clínica y cooperación del paciente, entre otros, y generalmente oscila entre 24 y 36 meses. Existen estudios que avalan el láser de baja potencia acelera el movimiento ortodóntico, sin embargo, los mecanismos de la fotobiomodulación asociados a esto están claros.

Objetivo: describir la evidencia asociada a la fotobiomodulación por láser de baja potencia en el movimiento ortodóntico y sus mecanismos.

Métodos: se realizó una revisión bibliográfica sobre la relación existente entre la fotobiomodulación por láser de baja potencia en el movimiento ortodóntico y sus mecanismos en MEDLINE, PubMed y SciELO. La búsqueda se orientó a artículos publicados fundamentalmente en los últimos 5 años sin hacer distinciones de idioma. Los tópicos consultados en la revisión estuvieron referidos a estudios experimentales en humanos, animales e *in vitro* que incluyeran los láseres que emiten luz infrarroja (780-820 nm), debido a que la absorción infrarroja de la hemoglobina es menor que la del rojo visible. Los láseres que emiten luz infrarroja (780-820 nm) son los mejores para estimular las células óseas porque sus longitudes de onda penetran más profundamente en el tejido blando, alcanzando el tejido óseo.

Resultados: se profundiza en el tema de la fotobiomodulación y las bases modulares del empleo de esta técnica en Ortodoncia. El láser de baja potencia acelera el movimiento ortodóntico, sin embargo, no se ha determinado una ventana terapéutica específica para la dosimetría y el mecanismo de acción a nivel de tipos de células individuales.

Conclusiones: la evidencia sugiere que el láser de baja potencia acelera el movimiento ortodóntico. Sobre los mecanismos celulares implicados en el movimiento ortodóntico cuando son irradiados con láser, aún la evidencia clínica es insuficiente.

Palabras clave: rayos láser; terapia por luz de baja intensidad; terapia por láser.

ABSTRACT

Introduction: recent years have witnessed a demand for ever shorter treatments in orthodontics. Treatment duration depends on diagnosis, case complexity, treatment plan, equipment, clinical experience and patient cooperation, among other factors, and generally ranges between 24 and 36 months. Some studies support the idea that low-level laser speeds up orthodontic movement; however, the photobiomodulation mechanisms involved are clear.

Objective: describe the evidence of low-level laser photobiomodulation in orthodontic movement and its mechanisms.

Methods: a bibliographic review was conducted in MEDLINE, PubMed and SciELO about the relationship between low-level laser photobiomodulation in orthodontic movement and its mechanisms. The search was aimed at papers published in any language mainly in the last five years. The topics consulted in the review had to do with experiments on humans, animals and *in vitro* in which infrared lasers (780-820 nm) were used, since infrared absorption of hemoglobin is lower than that of visible red. Infrared lasers (780-820 nm) are the best to stimulate bone cells, because their wavelengths go deeper into soft tissue, reaching the bone.

Results: details are provided about photobiomodulation and the modular bases of the use of this technique in orthodontics. Low-level laser speeds up orthodontic movement; however, a specific therapeutic window has not been determined for its dosimetry and mechanism of action in individual cell types.

Conclusions: evidence suggests that low-level laser speeds up orthodontic movement. Clinical evidence is still insufficient about the cellular mechanisms involved in orthodontic movement when laser radiation is used.

Keywords: laser radiation; low-power light therapy; laser therapy.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años en la Ortodoncia la demanda y accesibilidad ha ido en aumento junto con una mayor necesidad por parte de los pacientes para tratamientos más cortos. La duración del tratamiento ortodóntico depende de varios factores como el diagnóstico, complejidad del caso, plan de tratamiento, aparatología, experiencia clínica y cooperación del paciente, entre otros, y generalmente oscila entre, 24 y 36 meses.¹

Un tratamiento de larga duración no solo disminuye la calidad de vida de los pacientes sino también aumenta el riesgo de efectos secundarios dependientes del tiempo, como: reabsorción de raíces, aumento de riesgo de caries, subsecuentes

nuevas lesiones, recesiones gingivales, acumulación de placa bacteriana e incluso enfermedad periodontal.²

Por lo tanto, tiempos de tratamientos más cortos traería múltiples ventajas y beneficios tanto para el especialista y el paciente.²

Se han estudiado una variedad de métodos para acelerar el movimiento dental, métodos invasivos o quirúrgicos y no invasivos que incluyen variados protocolos quirúrgicos como corticotomías,³ medicamentos (prostaglandinas, vitamina D, osteocalcina, etc.), microvibración, estimulación eléctrica externa y láser de baja potencia (LBP), entre otros;⁴ sin embargo, ninguno de estos protocolos ha sido demasiado efectivo y concluyente.

El LBP es un método físico que utiliza un dispositivo especial para generar un haz de luz coherente dentro de un rango de longitud de onda específica.⁵ Presenta muchos beneficios no solo por sus efectos de biomodulación sino también por sus características no invasivas y su facilidad de uso.⁶ El LBP se ha utilizado en gran medida para promover efectos terapéuticos y bioestimulantes, como la analgesia, acción antiinflamatoria, angiogénesis y mitogénesis, entre otros,⁷ debido a sus numerosos efectos celulares demostrados en trabajos *in vitro*.

En el campo de la Ortodoncia, el LBP se ha utilizado en el tratamiento de la reducción del dolor mediante sus efectos analgésico y antiinflamatorio, tratamiento de trastornos temporomandibulares, la regeneración ósea después de la expansión palatina rápida, y en la aceleración del movimiento dental ortodóntico (MDO).⁸ Existen muchos estudios que avalan el LBP acelera el movimiento ortodóntico,^{2-4,6,8,9} sin embargo, los mecanismos de la fotobiomodulación asociados a esto están claros.

El LBP ha sido utilizado empíricamente en tratamientos como el ortodóntico sin tener protocolos que demuestren una eficacia en reducir el tiempo de tratamiento y ni bases sólidas de estudios científicos pertinentes. El nivel de evidencia de este tema es limitado y no existe ninguna revisión que defina si la utilización del LBP podría beneficiar a los pacientes. Nuestro problema radica en dilucidar claramente si el uso del LBP representa un beneficio como coadyudante en el tratamiento de ortodoncia en pacientes.

Se hace perentorio y pertinente generar evidencia del LBP en Ortodoncia debido a que no hay revisiones que expliquen al clínico si es oportuno o no su utilización en la práctica clínica.

El objetivo de este estudio es describir la evidencia asociada a la fotobiomodulación por LBP en el movimiento ortodóntico y sus mecanismos.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica en Internet acerca de la relación existente entre la fotobiomodulación por LBP en el movimiento ortodóntico y sus mecanismos. La búsqueda se orientó a artículos publicados en los últimos 5 años sin hacer distinciones de idioma. Como resultado de esta se obtuvieron 180 artículos que se tamizaron con el propósito de conservar solo aquellos que se enmarcaban en describir la relación existente entre la fotobiomodulación por LBP en el movimiento ortodóntico y sus mecanismos celulares y moleculares. De esta

manera el estudio se circunscribió a 36 artículos. Se consultaron las bases de datos de sistemas referativos: MEDLINE, PubMed y SciELO con la utilización de palabras clave en inglés: *orthodontictreatment* y *lowlaser*. Se incluyeron artículos en inglés. Los tópicos consultados en la revisión estuvieron referidos a estudios de movimiento ortodóntico en estudios experimentales en humanos, animales e *in vitro* que incluyeran los láseres que emiten luz infrarroja (780-820 nm), debido a que la absorción infrarroja de la hemoglobina es menor que la del rojo visible. Los láseres que emiten luz infrarroja (780-820 nm) son los mejores para estimular las células óseas porque sus longitudes de onda penetran más profundamente en el tejido blando, alcanzando el tejido óseo.

Para el procesamiento de la información se elaboró un cuaderno para la recolección de datos, mediante Microsoft Office Excel 2010, en el que se confeccionó un documento que recogió todas las revistas analizadas y la cantidad de artículos relacionados con la referida temática hallada en ellas.

ANÁLISIS E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

FOTOBIMODULACIÓN

La laserterapia es un método físico que utiliza un dispositivo especial para generar un haz de luz coherente dentro de un rango de longitud de onda específica. Este método demostró ser eficaz en Ortodoncia, ya sea por su efecto de fotobiomodulación que se ha demostrado que acelera el movimiento dental ortodónticoo sus efectos analgésicos y antiinflamatorios.⁸ La fotobiomodulación o fototerapia es el término usado para describir los cambios físico-químicos en mecanismos moleculares y respuestas celulares frente a una radiación de luz de baja potencia. El LBP utiliza luz monocromática y cuasi-monocromática en la región óptica de 600-1000 nm para tratar de forma no destructiva y no térmica diversos tejidos objetivos.⁹ La fotobiomodulación ha sido nombrada bajo numerosos términos como láser de baja potencia, láser suave (*soft laser*), láser frío (*cold laser*), lo que ha llevado a confusiones en la evidencia clínica y práctica clínica. Los efectos de los LBP son numerosos y hoy en día la ciencia está volcada en búsqueda de nueva evidencia que respalde nuevas dosis y protocolos en beneficio de los pacientes.^{5,10-12}

Las propiedades foto fisicoquímicas de LBP se refieren a su efecto sobre las moléculas y sus organelos receptores, que a su vez ayudan en el curso de los procesos biofísicos y la consecuente respuesta bioquímica. La radiación láser cercana a la longitud de onda roja e infrarroja cercana es absorbida por la cadena respiratoria, lo que da como resultado una cascada de reacciones bioquímicas e intracelulares que involucran una serie de componentes celulares, especialmente de los citocromos.¹³

Los citocromos son los principales foto aceptores pues son capaces de absorber longitudes de onda cercanas a la roja e infrarroja. Esta absorción activa la cadena respiratoria en la mitocondria generando un estado redox y potenciando la síntesis de ATP, además las proteínas de membrana portadoras de iones como, por ejemplo, Na⁺, K⁺, Ca⁺² se activan, controlando el metabolismo y la proliferación celular. Aunque los mecanismos principales de LBP no se entienden completamente, los estudios *in vitro* e *in vivo* sugieren distintos efectos a nivel celular.

Todos los tipos de células responden cambiando su metabolismo a la irradiación monocromática de luz láser y no láser (*Leds*). Lo anterior se debe a la presencia universal de los fotoceptores: las enzimas terminales de la cadena respiratoria citocromo C oxidasa, en las mitocondrias. En general, se acepta que las mitocondrias son el target inicial de la acción de la luz en las células, y la citocromo C oxidasa es la molécula responsable. Este evento es un punto de partida para los cambios en el metabolismo celular a través de la señalización retrógrada mitocondrial. La fotoexcitación de ciertos cromóforos en la molécula de citocromo C oxidasa influye en el estado redox de estos centros y, en consecuencia, la velocidad del flujo de electrones en la molécula.¹⁴

La literatura indica que LBP causa un aumento en RANKL (ligando receptor del factor nuclear Kappa B) en el ligamento periodontal que, a su vez, aumenta la diferenciación de las células precursoras en osteoclastos activados y potencialmente aumenta la tasa del MOD².

En la literatura se ha descrito que la irradiación láser de baja energía estimula la cantidad de movimiento de los dientes y la formación de osteoclastos en el lado de la compresión durante el movimiento dental ortodóntico.⁴

ESTUDIOS CON LONGITUDES DE ONDA ENTRE 780 Y 820 NM

Una revisión sistematizada y meta análisis de estudios de alta calidad concluye que es posible suponer que el LBP funciona aumentando el metabolismo celular. La irradiación debe transmitir energía y estimular la síntesis de ADN y ARN, lo que aumenta la síntesis proteica y la formación de ATP, acelerando así los mecanismos de neoformación y resorción ósea, lo que da como resultado una aceleración del movimiento dental. Además concluye que el período de tiempo donde se aplica el LBP no es un factor determinante con respecto a la aceleración del movimiento dental y también que la cantidad de aplicaciones de láser no es un factor determinante en la efectividad de la aceleración del movimiento dental.¹⁵ El principio básico de los LBP y todos los láseres, postulado por Einstein es que la inyección de energía continua, cuantificable y medida tiene un efecto sobre los tejidos; en este caso con un aumento del metabolismo celular lo que conlleva neoformación de vasos más rápida y una consecuente remodelación ósea, relevando en una probable aceleración del movimiento ortodóntico, hipótesis sostenida por investigaciones recientes.¹³⁻¹⁶

MECANISMO Y BASES CELULARES

Las fuerzas controladas inician un evento inflamatorio en el sitio de compresión que causa constricción en la microvasculatura del ligamento periodontal y como resultado una hialinización local, hiperemia compensatoria en el ligamento periodontal adyacente y en los vasos sanguíneos pulpares. Los tejidos que rodean el área comprimida comienzan a liberar numerosas moléculas quimioatrayentes como interleuquinas, prostaglandinas y también el sistema RANK-RANKL-OPG, que activan células de osteoclastos localmente. Estos osteoclastos producen reabsorción del ligamento periodontal, el hueso alveolar cercano y, en algunos casos, la capa del cemento de la raíz. Las áreas generalmente de baja tensión se han caracterizado por ser osteogénicas, sin un componente inflamatorio significativo. Sin embargo, las tensiones fuertes actúan como estímulo proinflamatorio aumentando la expresión de citoquinas inflamatorias.⁴ El sistema RANKL/RANK regula la formación de osteoclastos, la activación en la remodelación ósea fisiológica y una variedad de condiciones patológicas.

Un estudio de Milligan realizado en ratas en el que se compararon dos potencias (densidades de energía) de un mismo láser en el movimiento dentario ortodóntico (MDO), cambios en la expresión génica de MMP-13 y RANKL y cambios histológicos en la encía, en grupos experimentales con el mismo láser y dos densidades distintas de 500 mW (grupo EX 500) y 1000 mW (grupo EX 1000) *versus* grupo control se encontró que hubo diferencias significativas en el MOD entre el grupo EX 500 y el grupo control ($p= 0,041$) y no entre el grupo EX 1000 y el grupo control ($p= 0,329$). A nivel molecular, la expresión tanto de MMP-13 como de RANKL aumentó significativamente en los grupos expuestos a láser. A nivel histológico, se observaron signos de cambios displásicos en el grupo EX-1000 y en ambos grupos de láser presentaron un aumento de fibroblastos estadísticamente significativo en comparación con el grupo control ($p < 0,05$). Respecto a los efectos del MOD del LBP de alta densidad podría tener cierta relación con las conclusiones de otros estudios (revisiones) en el que afirman que el LBP de baja energía promueve el movimiento dental, mientras que el de alta energía no podría aumentar el MOD incluso retrasarla.^{2,16} Por otro lado, en un estudio clínico⁷ en ratas no se encontró significación estadística en la cantidad de osteoclastos con RANKL positivo en todos los grupos controles y grupo experimental irradiados con LBP.

Un estudio *in vivo* refleja que el uso de LBP durante el MDO en grupos de ratas diabéticas y no diabéticas, ocasionó una formación intensa de tejido óseo primario en comparación con las ratas no irradiadas (control), identificado por un aumento significativo de osteonina en los osteocitos del hueso alveolar, especialmente en el área que recibió la fuerza de tensión, lo cual se convirtió en un importante factor en la remodelación ósea causada por el estrés mecánico ortodóntico. Además, en ambos grupos irradiados se encontró intensa actividad de resorción-formación ósea, vascularización intensa y fibras de colágeno bien organizadas en el PDL, por lo tanto, mejor preservación de la microestructura alveolar del hueso y de las estructuras periodontales a los 14 días la cual tendió a decrecer a los 21 días debido posiblemente a la pérdida de la fuerza del resorte ortodóntico o atribuible también a un efecto inhibitorio del LBP usado en alta radiación.⁷

Resultados contradictorios se encontraron en un estudio clínico en mujeres en el que se evaluó el MDO mediante una retracción canina utilizando láser de diodo GaAlAs (ARC Laser GmbH, Nürnberg, Alemania) (980 nm, 100 mW, 5,6 J/cm²). El canino experimental fue irradiando en tres puntos desde el lado bucal y tres desde el lado lingual del diente, durante 56 s, funcionando en modo continuo, fue utilizado para la retracción canina en un solo cuadrante maxilar *versus* el lado contrario que fue utilizado como grupo control. La aplicación láser fue aplicado los días 0, 7, 14, 21 y 28 de cada mes durante la fase de retracción canina. Los resultados no mostraron ninguna diferencia significativa entre la tasa promedio de retracción canina de ambos grupos ($p= 0,068$), lo anterior se puede deber a un efecto nulo del LBP a altas longitudes de ondas y dosis.⁷

En un estudio clínico en humanos en pacientes clases II División 1 que necesitaban extracciones de primeros premolares, se evaluó el efecto de LBP de longitud de onda de 820 nm sobre el MOD de la distalización del canino y la respuesta en la valoración de IL-1 β y TGF- β 1 en fluido gingival crevicular. Los resultados indican que hubo una diferencia significativa en la cantidad de distalización canina en el grupo de láser en comparación con el grupo de control ($p < 0,01$). El aumento medio en la tasa de movimiento dental a los 3 meses fue del 40 % en el grupo con láser.¹¹

Respecto al biomarcador IL-1 β , las concentraciones de IL-1 β aumentaron en el lado de la compresión con las mayores cantidades promedio a las 24 h ($p < 0,05$). No

hubo diferencias significativas en las concentraciones de IL-1 β entre el láser y los grupos de control en el sitio de tensión ($p > 0,05$). El aumento en los niveles de IL-1 β en el lado de la compresión se debería al aumento de la actividad osteoclástica en la misma región. La concentración de TGF- β 1 aumentó al día 7 en ambos grupos en el sitio de tensión ($p > 0,05$), pero no hubo diferencias significativas en los niveles de TGF- β 1 entre el grupo láser y los grupos de control en cualquier punto de tiempo. El análisis cuantitativo no mostró una diferencia significativa en la expresión de TGF- β 1 entre los sitios de tensión y compresión.¹⁷

Otro estudio clínico en humanos evidencia el efecto de LBP en la aceleración del MOD (830 nm, energía de 2 J/punto) en pacientes con apiñamiento severo de incisivos maxilares y con indicación de extracción de primeros premolares superiores. El láser se aplicó a la raíz de cada incisivo maxilar en cuatro puntos (dos bucales, dos palatinos). La aplicación se repitió los días 3, 7, 14, y luego cada 15 días comenzando desde el segundo mes hasta el final de la etapa de nivelación y alineación. El grupo láser necesita menos tiempo para terminar la etapa de nivel y lineación (81,23 \pm 15,29 días) *versus* el grupo control (109,23 \pm 14,18 días); ($p < 0,001$), lo que significa una disminución del 26 % en el tiempo total de tratamiento.⁵

Un estudio en ratas sobre el efecto de LBP en el MOD, metabolismo y recambio óseo. Se aplicó irradiación láser de diodo GaAlAs ($\lambda = 810$ nm, 100 mW, punto de 0,02 cm², Therapy XT, DMC, São Carlos, SP, Brasil). En el grupo LBP los primeros molares superiores derechos sometidos a mesialización fueron irradiados en la zona vestibular y palatino durante 15 s, día por medio (cada 48 h) en un periodo de 21 días. La energía por punto fue de 1,5 J resultando en una fluencia de 75 J/cm².¹⁸

Los resultados mostraron que el LBP redujo de manera significativa las áreas de hialinización *versus* en grupo control los días 3, 6 y 9 en el lado de la compresión. LBP fue capaz de reducir progresivamente las áreas de hialinización en un 25 % en el día; 3,57 % en el día 6 y 70 % en el día 9. En el grupo LBP se observó un aumento significativo en los recuentos de células positivas para TRAP (marcador de osteoclastos) en el lado de la compresión *versus* el grupo control, el cual experimenta una tendencia a disminuir el número de células TRAP positivas en el tiempo. De la misma manera ocurrió con el RANKL, en que el grupo irradiado tuvo una tendencia a aumentar en el tiempo. También hubo una reducción significativa en la expresión de OPG para el grupo de LLLT *versus* el grupo control en el lado de la compresión. Sin embargo, la expresión de OPG era más alta que la expresión de RANKL en el lado de la tensión. Hubo un aumento progresivo en la expresión de OPG en el grupo de LBP desde el día 3 en adelante en el lado de la tensión en comparación con el grupo control que mostró una reducción progresiva de la expresión de OPG. El movimiento dentario aumentó exponencialmente con el tiempo hasta que se estabilizó, a medida que se acercó a un cierto valor. Sin embargo, el grupo LBP demostró un mayor movimiento dental durante el período experimental en comparación con el grupo control. El movimiento del diente fue significativamente mayor en el grupo LBP en todos los períodos de estudio (3, 6, 9, 14 y 21 días). Estos resultados indicaron que LBP fue capaz de aumentar la distancia de movimientos dentales en el 46 % en el día 3, 31 % en el día 6, 42 % en el día 9, 44 % en el día 14 y 43 % en el día 21 (un movimiento dental más rápido, alrededor del 40 % en comparación con el grupo de control)

En cuanto al área, densidad y volumen óseo, el grupo LBP presentó valores estadísticamente menores en comparación con el grupo control, debido a un desplazamiento del diente más rápido del grupo LBP, desencadenado por una actividad osteoclástica mejorada en el lado de la compresión, lo que causa un área inicial baja del hueso en el lado de la tensión. A medida que LBP intensifica la

actividad osteoblástica posterior en el lado de la tensión, la densidad ósea mejora más allá de la del grupo control.⁴

Además, otra ventaja de LBP en la remodelación ósea es que el nuevo hueso formado después de la irradiación con láser es de mejor calidad que el tejido no irradiado, el cual presenta mayor densidad mineral ósea y volumen óseo. EL LBP reduce de manera significativa la reabsorción radicular durante MDO, debido a que disminuye la formación del área de hialinización en el ligamento periodontal, que precede a la reabsorción de la raíz durante el movimiento del diente.⁴

El LBP (10 J/cm², onda continua 40 mW, 10 s, $\lambda = 780$ nm) acelera el movimiento dentario en modelos de ratas mediante un cambio positivo en la zona irradiada, mediante el aumento significativo de osteoblastos y fibras de colágeno ($p < 0,001$) en el lado de tensión. Además, genera un aumento significativo de hueso neoformado en las ratas irradiadas con LBP. El aumento de colágeno debido al LBP sugiere que facilita el reemplazo de los tejidos conectivos durante el movimiento dental.¹⁸ De manera contraria un estudio de *Habib* y otros²¹ en ratas no encontró diferencias significativas en la cantidad de MDO entre el grupo control y el grupo irradiado cuando se aplica LBP de 790 nm.

La mayoría de los estudios son acerca del efecto de LBP en los movimientos mesio-distales en el MDO, de un estudio en perros sobre el LBP (810 nm) y su efecto en la aceleración de rotación dentaria en Ortodoncia, el cual no encontró diferencias significativas entre el grupo irradiado y el grupo control. Sin embargo, encontró una mayor estabilidad (diferencia estadísticamente significativa) en la estabilidad postratamiento de la rotación dentaria en el grupo irradiado *versus* el grupo control.¹⁹ *Bortolatto* y otros en un estudio en humanos encontró una disminución significativa ($p < 0,05$) en la recidiva de incisivos rotados, tratados ortodonticamente.¹⁶

Si bien, existen variadas técnicas para aumentar la velocidad de MDO como corticotomías, microperforación, usos de fuerzas vibracionales, campos magnéticos, entre otros; muchas de ellas a pesar de ser efectivas y predecibles son invasivas, generan dolor, molestias posquirúrgicas y mayor riesgo de complicaciones locales como sistémicas. El LBP es una potencial terapia no invasiva específica con aplicaciones locales, precisas y sin efectos sistémicos ni efectos dañinos en el Ligamento Periodontal.⁹

El estudio realizado en el 2016 por *Sonesson*,²⁰ expone que a pesar de existir investigaciones con resultados prometedores para LBP son necesario estudios de alta calidad y consistencia (criterios de inclusión, metodología acorde con los objetivos) para poder evaluar de manera objetiva el efecto del LBP en tratamientos fijos de Ortodoncia tanto en niños como adultos. De la misma manera añade el autor,²⁰ que es necesario considerar de forma adecuada los efectos secundarios del tratamiento con LBP junto con sus ventajas y desventajas clínicas.

Habib y otros²¹ en su investigación demostraron que el LPT causa cambios histológicos significativos en el hueso alveolar durante el movimiento dental inducido, incluyendo cambios en el número de osteoclastos y osteoblastos y en la deposición de colágeno en ambas áreas de presión y tensión. Las muestras irradiadas con LPT (790 nm) mostraron números significativamente (estadísticamente más altos) más altos de osteoclastos en comparación con los controles en los días 7 y 19 ($p = 0,015$ y $p = 0,007$ principalmente en el lado de presión y un aumento significativo de osteoblastos entre los días 7 y 13 ($p = 0,0015$), principalmente en el lado de tensión. La cantidad de matriz de colágeno se redujo significativamente entre los días 7 y 13 en los sitios de presión y tensión en los controles ($p = 0,015$), pero no en los animales tratados con LPT. Los sujetos tratados con

LPT mostraron una deposición significativamente mayor de matriz de colágeno en el sitio de presión tanto en los días 13 ($p= 0,007$) como 19 ($p= 0,001$). En el sitio de tensión, se observó un aumento significativo en la cantidad de matriz de colágeno en muestras no sometidas al láser ($p= 0,048$) entre los días 7 y 19.

Esta revisión expone numerosos artículos que ofrecen efectos promisorios del LBP, sin embargo, representan casi la mayoría evidencia de bajo nivel, estudios *in vitro* que difícilmente son extrapolables a la clínica. Claramente el uso del LBP responde al uso de aparatología costosa que no está disponible en forma masiva para los clínicos por su difícil adquisición. El uso de LBP representa una herramienta aún poco justificable en Ortodoncia la cual aumentaría mucho el costo del tratamiento, que ya es costoso para los pacientes.

La masificación del LBP en Ortodoncia requiere aún de mayor evidencia disponible, generación de protocolos clínicos basado en evidencia tipo A1 para poder representar confiabilidad en los clínicos en la utilización de esta nueva herramienta. Sin lugar a duda, es un aporte interesante que en un futuro cercano contituir una puerta de desarrollo para un tratamiento ortodóntico más rápido e indoloro.

Los autores de esta revisión quisimos presentar un estado de arte de un tópico que nos pareció relevante y pertinente en un desarrollo de las técnicas tradicionales; no tenemos dudas que la inyección de energía lumínica en tejidos reparados acelera el proceso de reparación ósea. Sin embargo, falta mucha investigación para poder intentar recomendar dosis o tiempos de irradiación que mejoren la eficacia y seguridad de la Ortodoncia.

La evidencia sugiere que el LBP acelera el movimiento ortodóntico, sin embargo, no se ha determinado una ventana terapéutica específica para la dosimetría y el mecanismo de acción a nivel de tipos de células individuales. A pesar de que los mecanismos de LBP y su efecto celular están bien documentados, sobre los mecanismos celulares implicados en el movimiento ortodóntico cuando son irradiados con láser, aún la evidencia clínica es insuficiente.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tsihklaki A, Chin SY, Pandis N, Fleming PS. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2016;149(3):308-18.
2. Miles P. Accelerated orthodontic treatment - what's the evidence? Aust Dental J. 2017;62(Suppl 1):63-70.
3. Zimmo N, Saleh MH, Mandelaris GA, Chan HL, Wang HL. Corticotomy-Accelerated Orthodontics: A Comprehensive Review and Update. Compend Contin Educ Dent. 2017;38(1):17-25; quiz 6.

4. Suzuki SS, Garcez AS, Suzuki H, Ervolino E, Moon W, Ribeiro MS. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. *J Biophotonics*. 2016;9(11-12):1222-35.
5. AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values: a split-mouth randomized placebo-controlled trial. *European Journal Of Orthodontics*. 2017;23(1):23-28
6. Farsaii A, Al-Jewair T. Insufficient Evidence Supports the Use of Low-Level Laser Therapy to Accelerate Tooth Movement, Prevent Orthodontic Relapse, and Modulate Acute Pain During Orthodontic Treatment. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*. 2017;17(3):262-4.
7. Gomes MF, da Graças Vilela Goulart M, Giannasi LC, Hiraoka CM, de Fátima Santana Melo G, de Sousa AGV, et al. Effects of the GaAlAs diode laser (780 nm) on the periodontal tissues during orthodontic tooth movement in diabetes rats: histomorphological and immunohistochemical analysis. *Lasers Med Sci*. 2017;32(7):1479-87.
8. AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. *The Angle Orthodontist*. 2017;87(4):499-504.
9. Milligan M, Arudchelvan Y, Gong SG. Effects of two wattages of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Arch Oral Biol*. 2017;80:62-8.
10. Bortolatto JF, Trevisan TC, Bernardi PS, Fernandez E, Dovigo LN, Loguercio AD, et al. A novel approach for in-office tooth bleaching with 6 % HO/TiO₂-N and LED/laser system-a controlled, triple-blinded, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2016;31(3):437-44.
11. Noba C, Mello-Moura ACV, Gimenez T, Tedesco TK, Moura-Netto C. Laser for bone healing after oral surgery: systematic review. *Lasers Med Sci*. 2017. doi: 10.1007/s10103-017-2400-x
12. Bortolatto JF, Pretel H, Floros MC, Luizzi AC, Dantas AA, Fernandez E, et al. Low Concentration H₂O₂/TiO₂-N in Office Bleaching: A Randomized Clinical Trial. *J Dent Res*. 2014;93(7 Suppl):66s-71s.
13. Bayat M, Viridi A, Jalalifirouzkouhi R, Rezaei F. Comparison of effects of LLLT and LIPUS on fracture healing in animal models and patients: A systematic review. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 2017;132:3-22
14. Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *J Photochem Photobiol B*. 1999;49(1):1-17.
15. de Almeida VL, de Andrade Gois VL, Andrade RN, Cesar CP, de Albuquerque-Junior RL, de Mello Rode S, et al. Efficiency of low-level laser therapy within induced dental movement: A systematic review and meta-analysis. *J Photochem Photobiol B*. 2016;158:258-66.
16. Yi J, Xiao J, Li H, Li Y, Li X, Zhao Z. Effectiveness of adjunctive interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil*. 2017;44(8):636-54.

17. Üretürk SE, Saraç M, Fıratlı S, Can Ş, Güven Y, Fıratlı E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers Med Sci.* 2017;32(4):757-64.
18. Gonçalves CF, Desiderá AC, do Nascimento GC, Issa JP, Leite-Panissi CR. Experimental tooth movement and photobiomodulation on bone remodeling in rats. *Lasers Med Sci.* 2016;31(9):1883-90.
19. Salehi P, Heidari S, Tanideh N, Torkan S. Effect of low-level laser irradiation on the rate and short-term stability of rotational tooth movement in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5):578-86.
20. Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrén S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review. *BMC Oral Health.* 2016;17(1):11.
21. Habib FA, Gama SK, Ramalho LM, Cangussú MC, Santos Neto FP, Lacerda JA, et al. Laser-induced alveolar bone changes during orthodontic movement: a histological study on rodents. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):823-30.

Recibido: 6 de marzo de 2018.

Aprobado: 13 de julio de 2018.

Alain M. Chaple Gil. Centro Internacional de Salud "La Pradera". Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Cuba.
Correo electrónico: chaple@infomed.sld.cu